

【得得情報】
\$5.99の洋書ミステリーが日本でも659円ボッキリ
米国のサイトから割引で買っても結局、送料で高くつく
送料も手数料も取らない日本のネット書店が見つかった

新刊ベストセラー

検索



IPN Home | Search | Order | Shopping Cart | Login | Site Map | Help

Patent Plaques

JP6223402A: INTEGRATED ELECTRO-OPTIC WAVEGUIDE DEVICE

[No Image](#)

Country: **JP Japan**

Inventor(s): **REVELLI JR JOSEPH F**

Applicant(s): **EASTMAN KODAK CO**

 [News, Profiles, Stocks and More about this company](#)

Issued/Filed Dates: **Aug. 12, 1994 / Oct. 13, 1993**

Application Number: **JP1993000255563**

IPC Class: **G11B 007/135; G02B 006/12;**

Priority Number(s): **Oct. 15, 1992 US1992000961576 Family**

Abstract: **Purpose:** To provide a reading/writing optical head of an integrated electro-optic waveguide type.

Constitution: An electro-optic waveguide part 100 has a substrate, a lower buffer layer, a nonlinear optical (NLOZ) org. polarizable polymer waveguide having the refractive index higher than the refractive index of this lower buffer layer on the buffer layer and a GaAs laser diode 10. The ridge type waveguide step forms an elongated resonance cavity and has a modulation function and a second harmonic generation function aligned to an in-cavity type pseudo phase. The diffraction gratings coupled to the ridge planer waveguide part 200 have beam expansion function, TE-TM conversion function and beam deflection function. The planar type prism-shaped electrode part 300 executed optical waveguide beam deflection. A dual type linear diffraction grating coupler part 400 executes incident and exit coupling. The deflection of the beam is attained by the planar type waveguide mirror protective film 500. The Mach-Zehnder interferometer type wave front sensor part 600 of the electro-optic waveguide generates a TES signal and FES signal.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO

Foreign References:

none

(No patents reference this one)

Powered by **DB2**
and Net.Data

Alternative
Searches

 123

Patent Number



Boolean Text



Advanced Text

THIS PAGE BLANK (USPTO)

特開平6-223402

(43)公開日 平成6年(1994)8月12日

(51) Int. Cl.⁵
 G11B 7/135
 G02B 6/12

識別記号 庁内整理番号
 Z 7247-5D
 A 8106-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 37 O L (全22頁)

(21)出願番号

特願平5-255563

(22)出願日

平成5年(1993)10月13日

(31)優先権主張番号 961576

(32)優先日 1992年10月15日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 590000846

イーストマン コダック カンパニー
アメリカ合衆国, ニューヨーク 14650
ロチェスター, ステイト ストリート 3
43(72)発明者 ジョセフ フランシス レベリ, ジュニア
アメリカ合衆国, ニューヨーク 1462
5, ロチェスター, ファームブルック ド
ライブ 95

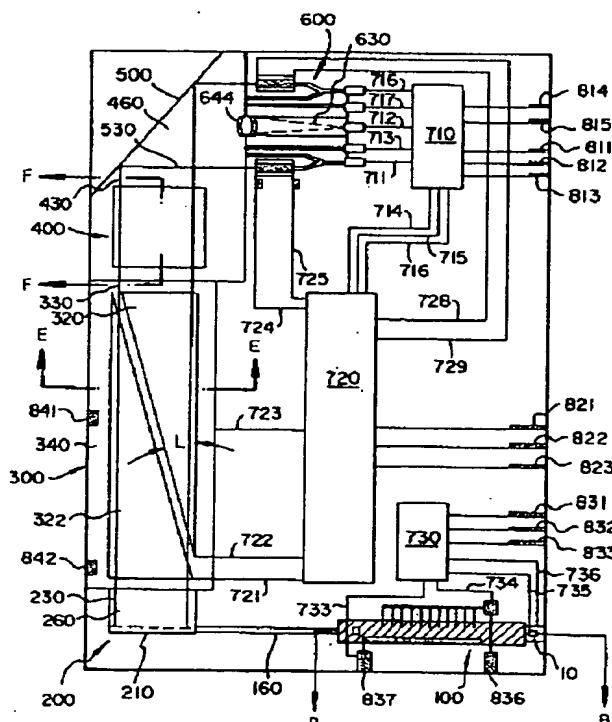
(74)代理人 弁理士 宇井 正一 (外4名)

(54)【発明の名称】集積化された電気光学導波路装置

(57)【要約】

【目的】集積化された電気光学導波路型の読み取り/書き込みヘッドを提供する。

【構成】電気光学導波路部分100は基板、下部バッファ層、バッファ層上でそれよりも高い屈折率を有する非線形光学的(NLO)有機分極性ポリマー導波路及びGaAsレーザダイオード10を有する。リッジ型導波路段は伸長された共振器キャビティを形成し、変調機能とインキキャビティ型疑似位相整合した2次高調波発生機能を備える。リッジープレーナ導波路部分200と結合した回折格子はビーム拡大機能、TE-TM変換機能及びビーム偏向機能を有する。プレーナ型プリズム状電極部分300は電気光学導波路ビーム偏向を行う。デュアル型線形回折格子形カップラ部分400は入射及び出射結合を行う。ビームの偏向はプレーナ型導波路ミラー部分500によって達成される。電気光学リッジ型導波路のマッハツエンダ干渉計型波面センサ部分600はTES信号及びFES信号を発生する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 T E モードを有し、非線形光学材料で形成された第 1 のリッジ型導波路を有し、電気光学変調と 2 次高調波の発生との結合された機能を行うリッジ型導波路段と、

前記第 1 のリッジ型導波路の前記 T E モードと結合され、波長入の光を放送出するレーザダイオードと、

リッジブレーナ型導波路段と、

前記リッジ型導波路段から前記リッジブレーナ型導波路段まで延在する第 2 のリッジ型導波路と、

波長入の 2 次高調波光が前記第 2 のリッジ導波路を経て前記リッジブレーナ型導波路に伝搬するように、前記レーザダイオードからの放射を変調するための駆動信号を前記リッジ型導波路段に供給する第 1 の集積回路と、

前記波長入の 2 次高調波光をビームに拡大する手段と、

トラッキングエラー信号発生段及びピックアップ段を有するマッハツエンダー干渉計型波面センサと、

第 2 の集積回路と、

前記波面センサから前記第 2 の集積回路を経て供給されるトラッキングエラー信号に応答して前記拡大されたビームを偏向する第 1 のビーム偏向器段と、

入射回折格子カップラ及び出射回折格子カップラを有し、前記第 1 のビーム偏向器段からの拡大されたビームを受光し、このビームを前記出射回折格子カップラからターゲットに向けて出射させ、ターゲットで反射した光を前記入射回折格子に入射させるデュアル型回折格子カップラ段と、

前記入射回折格子カップラからのビームを受光し、このビームを前記マッハツエンダー干渉計型波面センサのピックアップ段に向けて偏向する第 2 のビーム偏向器段と、

前記マッハツエンダー干渉計型波面センサからの情報を受け、信号増幅し、トラッキングエラー信号及びフォーカスエラー信号を発生するための機能を調整する第 3 の集積回路とを有する集積化された電気光学導波路装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の導波路装置において、前記第 2 の集積回路が前記第 3 の集積回路から供給されるトラッキングエラー信号、フォーカスエラー信号及び基準信号に応答してマッハツエンダー干渉計のバイアスオフセット調整信号を供給する装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の導波路装置であって、前側表面部分及び後側表面部分を有する透明基板と、前記出射結合回折格子を含み、前記後側表面部分に取り付けられた光伝送部分と、

前記入射結合回折格子を含み、前記前側表面部分に取り付けられた受光部分とを有する装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の導波路装置において、前記入射回折格子カップラが前記出射回折格子カップラ

の格子ピッチとは異なる格子ピッチを有し、

前記ターゲットが前記入射回折格子に平行にされ、前記出射回折格子カップラによって前記第 1 の導波路から出射した光が、前記入射回折格子カップラによって前記第 2 の導波路に直接入射しないようにされている装置。

【請求項 5】 請求項 3 に記載の導波路装置において、前記光伝送部がさらに前記リッジ型導波路段と、前記ブレーナ型導波路領域と、前記 2 次高調波光を拡大する手段とを含み、

前記受光部分がさらに前記マッハツエンダー干渉計型波面センサを含んでいる装置。

【請求項 6】 請求項 1 に記載の導波路装置であって、前側表面部分及び後側表面部分を有する第 1 の透明基板と、

前記第 1 の透明基板の前記前側表面部分上に配置され、光をターゲットに出射するための出射結合回折格子を有する光伝送部と、

前側表面部分及び後側表面部分を有する第 2 の透明基板と、

前記第 2 の透明基板の前側表面部分上に配置され、前記ターゲットから反射された光を入射させる入射結合回折格子を有する受光部分とを具え、

前記第 1 及び第 2 の透明基板は背合わせに位置決めされ、前記入射結合回折格子が前記出射結合回折格子と整列するようにされている装置。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の導波路装置において、前記入射結合回折格子が前記出射結合回折格子の格子ピッチとは異なる格子ピッチを有し、前記ターゲットが前記入射結合回折格子に平行にされ、前記出射結合回折格子によって前記第 1 の導波路から出射した光が、前記入射結合回折格子によって前記第 2 の導波路に直接入射するのを阻止するようにされている装置。

【請求項 8】 請求項 6 に記載の導波路装置において、前記光伝送部分が、T E モードを持ち、電気光学変調と 2 次高調波の発生との結合された機能を提供するための非線形光学材料で形成された第 1 の導波路を含むリッジ型導波路段をさらに有する装置。

【請求項 9】 請求項 6 に記載の導波路装置において、前記受光部がトラッキングエラー信号を発生できる段及びピックアップ段を持ったマッハツエンダー干渉計型波面センサをさらに含んでいる装置。

【請求項 10】 基板と、

ある屈折率を有し、かつ、前記基板上に形成された光学的に透明な下側バッファ層と、

前記下側バッファ層上に形成され、前記バッファ層の屈折率よりも大きい屈折率を有する光学的に透明な非線形光学有機分極性ポリマー導波路と、

前記導波路に光学的に結合した GaAs レーザダイオードとを有する集積化された電気光学導波路装置。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の導波路装置におい

て、前記レーザダイオードの端面がへき開され、反射防止コートされ、前記基板上に堆積され、前記導波路に結合されている装置。

【請求項 12】 請求項 10 に記載の導波路装置において、前記基板が GaAs チップであり、かつ、前記レーザダイオードが前記基板上に直接形成されている装置。

【請求項 13】 請求項 10 に記載の導波路装置であつて、

前記レーザダイオードのための伸長された共振器キャビティを形成すると共に、変調機能及びインキャビティ疑似位相整合された 2 次高調波発生機能を合成するリッジ型導波路段と、

ビーム拡大機能、TE - TM 変換機能及びビーム偏向機能を合成する回折格子が結合されたリッジープレーナ型導波路段と、

電気光学導波路ビーム偏向のためのプレーナ型表面ブリズム状電極段と、

入射／出射結合のためのデュアル型線形回折格子段と、ビーム偏向のためのプレーナ型導波路ミラー段と、

トラッキングエラー信号 (TES) 及びフォーカスエラー信号 (FES) を発生させる電気光学リッジ型導波路マッハツエンダー干渉計型波面センサ段とをさらに具える装置。

【請求項 14】 請求項 10 に記載の導波路装置において、

前記波面センサ段が、

プレーナ型導波路領域と、

前記プレーナ型導波路領域上に形成されたモード - インデックス型導波路コンデンサレンズとを含んでいる装置。

【請求項 15】 入射回折格子カップラと出射回折格子カップラとを持ち、光ビームを受光するデュアル回折格子カップラを見え、

前記出射回折格子カップラが前記ビームをターゲットに向けて出射させ、前記入射回折格子カップラが前記ターゲットで反射したビームを入射させるようになっている集積化された電気光学導波路装置。

【請求項 16】 請求項 15 に記載の導波路装置であつて、

電気光学変調機能及び前記ビームを発生させる発生機能を提供するリッジ型導波路段を有する装置。

【請求項 17】 請求項 15 に記載の導波路装置であつて、ピックアップ段を持ち、かつ、トラッキングエラー信号及びフォーカスエラー信号を発生する干渉計波面センサ段を有する装置。

【請求項 18】 請求項 17 に記載の導波路装置であつて、前記干渉計型波面センサ段からのトラッキングエラー信号の受信に応じて、前記ビームを偏向するビーム偏向器段を有する装置。

【請求項 19】 請求項 17 に記載の導波路装置におい

て、前記入射回折格子カップラからのビームを受光し、このビームを前記干渉計型波面センサのピックアップ段へ偏向するビーム偏向器段を有する装置。

【請求項 20】 請求項 15 に記載の導波路装置において、

基板と、

この基板上に形成され、前記出射回折格子カップラと関連して前記ビームを前記出射回折格子形カップラに供給する第 1 の導波路と、

10 前記基板上に形成され、前記入射回折格子カップラと関連して前記入射回折格子カップラからのビームを受光する第 2 の導波路と含み、

前記入射回折格子カップラ及び出射回折格子カップラがある格子ピッチをそれぞれ有し、前記ターゲットが前記基板に対して傾き角度で配置され、前記格子ピッチを相異なるようにし、前記出射回折格子カップラにより第 1 の導波路から出射した光が、前記入射回折格子カップラによって前記第 2 の導波路に直接入射しないようにされている装置。

20 【請求項 21】 請求項 15 に記載の導波路装置であつて、

前記出射回折格子カップラと関連し、前記ビームを該出射回折格子カップラに供給する第 1 の導波路と、

前記入射回折格子カップラと関連し、該入射回折格子カップラからのビームを受光する第 2 の導波路と、

前記出射回折格子カップラにより前記第 1 の導波路から出射した光が、前記入射回折格子カップラによって前記第 2 の導波路に直接入射することを阻止する手段とを有する装置。

30 【請求項 22】 請求項 21 に記載の導波路装置において、

前記阻止手段が、

前記出射回折格子カップラのための第 1 の格子ピッチと、

前記入射回折格子カップラのための、第 1 の格子ピッチとは異なる第 2 の格子ピッチとを持っている装置。

【請求項 23】 請求項 21 に記載の導波路装置において、

前記阻止手段が、

40 前記出射回折格子カップラのための第 1 の格子ピッチと、

前記第 1 の導波路のための第 1 の実効屈折率と、

前記入射回折格子カップラのための、第 1 の格子ピッチに等しい第 2 の格子ピッチと、

前記第 2 の導波路のための、第 1 の有効屈折率とは異なる第 2 の実効屈折率とを持っている装置。

【請求項 24】 光ビームを発生させるための電気光学変調機能及び 2 次高調波の発生機能を提供するリッジ型導波路段と、

ピックアップ段を持ち、かつ、トラッキングエラー信号

及びフォーカスエラー信号を発生する干渉計型波面センサ段と、

前記干渉計型波面センサからのトラッキングエラー信号に応答して前記ビームを偏向する第1のビーム偏向器段と、

前記ビームをターゲットに出射させる出射回折格子カップラ、及びターゲットで反射したビームを入射させる入射回折格子カップラを持ち、前記ビームを受光するデュアル型回折格子カップラ段と、

前記入射回折格子カップラからのビームを受光し、該ビームを前記干渉計型波面センサのピックアップ段に向けて偏向する第2のビーム偏向器段とを有する集積化された電気光学導波路装置。

【請求項25】 光学キャビティ内に配置した半導体アクティブ媒体と、

前記アクティブ媒体内において基本周波数 ω_0 の光子の放射を励起するための手段と、

前記キャビティ内に配置され、前記光子の周波数を2倍にするための手段とを有する集積化された電気光学導波路装置。

【請求項26】 周波数が $2\omega_0$ の2次高調波の放射ビームを発生する集積化された電気光学導波路装置であつて、

基板上に配置され、一体的に結合されたアクティブ領域及びパッシブ領域を有する半導体材料の細長く延在する薄膜と、

前記薄膜のアクティブ領域内で、前記2次高調波の周波数 $2\omega_0$ の半分の周波数を有し前記薄膜のアクティブ領域及びパッシブ領域の両方を伝搬する放射の放出を励起する手段と、

前記薄膜の外側に配置され、前記励起された放射の一部を前記薄膜のアクティブ領域及びパッシブ領域を経て前後に反射させる反射手段を持つ光学キャビティと、

前記薄膜と前記反射手段との間に配置され、前記励起された放射の周波数を2倍にする周波数増倍手段とを有する装置。

【請求項27】 請求項26に記載の導波路装置において、前記周波数増倍手段が非線形光学材料の薄膜を含んでいる装置。

【請求項28】 請求項27に記載の導波路装置において、前記非線形光学材料が有機材料である装置。

【請求項29】 請求項27に記載の導波路装置において、前記非線形光学材料の薄膜が前記半導体材料の薄膜のパッシブ領域に隣接して配設されている装置。

【請求項30】 請求項29に記載の導波路装置であつて、前記励起された放射を前記半導体材料薄膜と前記非線形光学材料薄膜との間で効率的に結合するための光学的結合手段を有する装置。

【請求項31】 請求項30に記載の導波路装置において、

前記光学的結合手段が前記半導体材料の薄膜のパッシブ領域の一方の表面上のプレーズされた回折格子と、

前記非線形光学材料の屈折率よりも低い屈折率をもち、かつ、前記プレーズされた回折格子と前記非線形光学材料薄膜との間に配置された光学層とを含んでいる装置。

【請求項32】 請求項31に記載の導波路装置において、前記プレーズされた回折格子が、前記半導体材料薄膜と前記非線形光学材料薄膜との間で前記励起された放射を結合し、別の周波数の放射を透過させるように適合されている装置。

【請求項33】 請求項30に記載の導波路装置において、前記回折用格子が前記半導体材料薄膜と前記非線形光学材料薄膜との間で前記励起された放射を結合し、別の周波数の放射を透過させるように適合されている装置。

【請求項34】 請求項27に記載の導波路装置において、前記反射手段が、前記非線形光学材料薄膜の表面に形成され、かつ、前記励起された放射を反射し前記周波数 $2\omega_0$ の2次高調波を透過するに十分な格子ピッチを有する回折用格子を有している装置。

【請求項35】 請求項34に記載の導波路装置において、前記反射手段が、前記2次高調波の周波数の放射を、前記非線形光学材料の薄膜内に形成されたリッジ型導波路に向けて反射する反射器スタックをさらに含んでいる装置。

【請求項36】 請求項34に記載の導波路装置であつて、前記回折用格子によって、前記非線形光学材料薄膜を経て前記回折用格子に向けて反射された周波数 ω_0 の誘導放射によって発生された周波数 $2\omega_0$ の放射を反射するための、前記回折用格子から離隔した手段を有する装置。

【請求項37】 請求項34に記載の導波路装置において、前記回折用手段が前記予め定められた周波数 $2\omega_0$ を反射するに十分な格子ピッチを有する回折用格子を含んでいる装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、集積化された電気光学導波路型の読み取り／書き込み光ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】 光ディスクに記憶された情報を再生するために使用されるバルク光ピックアップヘッドは広く知られている。この種装置の動作原理を簡潔に述べると以下の通りである。レーザダイオードからの偏光された光は平行光にされ、偏光ビームスプリッタ（P B S）及び $1/4$ 波長板を通過する。円偏光した光は対物レンズにより光ディスクの情報記録面に集束される。情報はトラックに沿って位置するピットとランド区域の形態で符号化されている。ディスクが回転すると、反射光の強度はこれらピットとラン

ド区域からの反射により変調される。この変調は最終的に検知され、データ信号を発生させるために使用される。さらに、反射光の分布はディスクの振れによるデータトラックの動きにより修正され、最終的にトラッキングエラー信号 (T E S) を発生するために使用される。この反射光は次に対物レンズにより再び平行光にされる。再平行化の程度は、ディスクが回転する時の光ディスクの反射面の公称焦点からの変位に直接関連するため、この平行化を測定してフォーカスエラー信号 (F E S) を発生させる。円偏光の検出は光ディスクの反射により反転し、符号化された光は $1/4$ 波長板を 2 度目に通過することにより元の偏向状態と直交する方向の直線偏光となる。この光の偏光状態は、この光が P B S によって T E S 信号、F E S 信号及びデータ信号を再生する検出器段に向かって反射されることによる。T E S 信号及びF E S 信号は増幅され、各々対物レンズに取り付けられている電気機械式トラッキングアクチュエータ及びフォーカスアクチュエータを駆動するために使用される。これら閉ループのサーボ系は、ディスクの回転に伴ってトラッキングエラー及びフォーカスエラーの両方を一定に維持する。

【0 0 0 3】部分的及び全体的に集積化された光ヘッドが最近提案されている。これ等の装置においては、バルク光ヘッドの従来の光学的及び電気機械的素子は少なくとも一部は各々ブレーナ型導波路の光学的及び電気光学的素子に置き換えられている。これ等の集積化された光装置はバルク光装置よりも本質的に質量が小さく体積や形状が小さく、しかも I C 方式の処理技術を用いて大量生産できる。このため、性能の改善や従来のピックアップヘッドと比較してより低い製造コストの可能性が求められている。他方、集積化された光ヘッドは、光ピックアップヘッドを規定する 1 あるいは 2 以上の主要な構成部材、すなわち、

- a) 光ディスクの情報記録面上の回折限界スポットに集束するコヒーレント光の放射源、
- b) ディスクから戻る変調された光を再生する手段、
- c) 光ディスクから戻る変調された光の光源から来る光からの分離、
- d) T E S 信号、F E S 信号及びデータ信号の検出手段、
- e) ディスクの変動によるフォーカスエラー及びトラッキングエラーを補正するためのアクチュエータ手段、そして、読み取り／書き込みヘッドの場合には、
- f) 書込み動作中の光源の強度を変調する手段を備える必要がある。

【0 0 0 4】トラッキング用アクチュエータ手段として音響光学的光偏向体が組み込まれている部分的に集積化された光ヘッドは、米国特許第4,802,153 号及びArimot

o 他著「Waveguid Optical Deflector for an Optical Disk Tracking Actuator Using a Surface Acoustic Wa

ve Device」(Applied Optics, 1990年1月10日発行、247 ~ 250 ページ)に開示されている。残念なことに、これ等の素子は両者とも表面音響波 (S A W) 変換器を駆動するために比較的高出力の r_f 発生器を必要とする。さらにこれ等の素子は S A W 偏向と r_f ノイズ発生器とに対して応答時間が比較的遅いという欠点がある。これ等の素子は一部集積化されているが、T E S 信号、F E S 信号及びデータ信号を検出する手段またはトラッキング動作及びフォーカス動作のための手段を備えていない。そのため、完全な光ピックアップヘッドを形成するために、追加のバルク光学的及び機械的素子が必要とされる。

変換することは周知である。この種用途に一般に使用される非線形光学 (NLO) 材料は、磷酸二水素カリウム (KDP) 、チタニル磷酸カリウム (KTP) 、磷酸二水素アンモニウム (ADP) 、ニオブ酸リチウム (LiNbO₃) またはタンタル酸リチウム (LiTaO₃) のような無機の単結晶である。この種装置は一般にバルク状であり、製造コストが高い。従って言うまでもなく、NLOの材料を組み込み、かつ、基本波長の2次高調波の発生 (SHG) によって可視放射を行うレーザダイオード構造体を有する小型の光読み取り／書き込み装置を備えることが強く望まれている。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、NLO有機分極性ポリマーの薄膜またはいずれかの非線形光媒体の薄膜を組み込んだ新規な集積化された光ヘッドを使用することによって、上述した問題点を解決するものである。例えば、Langmuir-Blodgett社の有機薄膜あるいはKDP、KTP、ADP、LiNbO₃、LiTaO₃等のような無機材料の薄膜を、NLO有機分極性ポリマーに置き換えて使用することができる。材料の形状が導波路状の伝搬を可能にする場合、NLO有機材料の全性能が実現される。NLO有機フィルムの非線形光学特性を利用して、2次高調波の発生及び線形の電気光学的効果の両方が得られる。これ等の材料から成る薄膜は、同一の基板上に多種類の装置を集積することを可能にするという設計の自由度を与えることができる。このような薄膜は、シリコンまたはGaAsのような基板上に堆積され、かつ、プレーナ型あるいはチャネル型導波路に形成されることが可能であるため、非線形光学的（すなわち、2次高調波の発生、電気光学的トラッキング及び電気光学的変調）及び光電子的（すなわち、レーザ処理及び光検出）機能の集積化を可能にする。NLO有機材料は、最良の無機電気光学材料に等しいかあるいは勝る電気光学係数を有することができる。プレーナ型電極をこれら薄い非線形光学フィルムのいずれかの側に配設すれば、NLO材料の比較的大きな電気光学係数と相まって、比較的低い駆動電圧で動作する偏向器、移相器、モード変換器及び変調器のような均一な電界の電気光学導波路用装置の設計が可能となる。

【0009】2次高調波の発生のような非線形光学機能や線形電気光学効果は、パワー密度を高くすればするほど一層効率が上がる。導波路状の構造体は、損失のない媒体の場合は、理論的には無限の径路にわたって、横方向が波長のオーダの寸法に規制された光学的パワーを保持する可能性を示す。導波路形態の他の利点は、所定の基本波長に対して、周期的に分極する疑似位相整合回折格子を使用することによって、または、層及び／または基板の厚さや屈折率のような導波路に固有の特性を一緒に、または、別個に適合させて、基本波及び2次高調波の誘導モードの実効屈折率を制御することによっ

て、基本波と2次高調波の誘導モードとの位相整合を事实上保証にすることが可能となることである。

【0010】集積化された光ピックアップヘッドに組込式的SHG機能を持たせることは、光ディスクの情報記録密度は情報を書き込むために使用する放射光の波長の逆自乗で増加するため、先行技術の素子に対して大きな利点となる。SHGを集積化することにより、位相整合条件が満たされる基本波長でのみ変換が起こり、これはSHG光の波長はレーザダイオードの変動に対して影響を受けないことを意味するという別の利点が得られる。湾曲したフォーカス回折格子形カップラの代わりに線形回折格子形カップラを使用することにより波長が安定するために、ディスクの表面に集束したスポットの変動と劣化が取り除かれる。

【0011】NLOの材料を含み基本波長の2次高調波による可視放射光を発生させる小型のレーザダイオード構造体を有することが好適である。レーザの伸長したキャビティにSHGの機能を包含することは、非線形チャネル型導波路において基本放射が複数通過することを可能にするため、SHGの変換効率の改善に役立つ。さらに、集積化された電気光学式変調器の機能のために、レーザ駆動電流を直接変調する必要性や関連する不安定な要因なしに、光ディスク上に書き込み可能となる。

【0012】本発明の他の特色、目的、特徴及び利点は、次に続く好ましい実施例と添付した特許請求の範囲の詳細な説明を精査し添付の図面を参照することによりさらに明瞭に理解し評価されよう。

【0013】

【実施例】本発明の集積化された電気光学導波路装置は、共通基板上にモノリシックに形成した多数の光学素子及び電子素子により特徴づけられる。この基板はGaAs、シリコン、ガラスまたは他のいかなる絶縁材料とすることができる。シリコンまたはGaAsのような半導体基板の場合は、電子部品を基板に直接集積化することができる。GaAsの場合は、レーザダイオードも同様に基板に集積化できる。さらに、半導体基板は局部的に高濃度にドープして、電気光学部品用に下部電極を形成することができる。他方、これら半導体基板は低い屈折率の透明なバッファ層でコートし、導波路層中を伝搬する光の過度な伝搬損失を防止しなければならない。これらバッファ層の厚さは典型的には2～10ミクロンであり、熱成長させたSiO₂（シリコン基板の場合）、高周波スパッタリングしたSiO₂または低い屈折率の有機ポリマーから作ることができる。電気光学装置のために下部金属電極が堆積されている部分を除いて、低屈折率のガラス基板に対してはバッファ層を必要としない。

【0014】非線形光学 (NLO) 有機ポリマーは、第1のバッファ層上にスピンドルコートされる。好適な電気光学ポリマーは、高い2次分極感受率を呈すると共にレーザダイオードの基本波及び2次高調波波長の両方に透過

性を有する。この種ポリマーは米国特許第4,792,208号、第4,948,225号及び第4,955,977号で開示されている。NLO層の厚さは、2次高調波波長(すなわち、0.2~2ミクロン)において単一モードが伝搬する厚さである。NLOフィルムにおける各種のチャネル型、リッジ型及びプレーナ型導波路は写真平版的に規定でき、リアクティブイオンエンチング(RIE)処理によって形成できる。あるいは、米国特許出願第864,268号で教示されたシャドウマスクとエキシマーレーザを使用する直接的レーザ除去(ablation)技術はこの目的に使用でき、その開示を本願の内容として緩用する。

【0015】図1を参照するに、レーザダイオード10からの波長 λ_1 の赤外光は、集積化された電気光学的導波路装置部分100の一部であるTEモードのリッジ型導波路に入射され、部分100においては、リッジ型導波路60を形成するために使用する非線形光学特性を利用して、電気光学的変調と2次高調波の発生との複合され機能を達成する。集積回路730は、接続ライン733及び734を介して、変調のための駆動信号を与える。集積回路730に対する外部変調データ、クロック信号及び電源の接続は、各々コネクタ831、832及び833を介して行われる。波長 $\lambda_1 = \lambda_0 / 2$ の2次高調波光は、リッジ型導波路160を経てリッジープレーナ型導波路部分200に伝搬する。この部分では、光はリッジ型導波路160からプレーナ型導波路260へ入射し、90度反射され、TE偏光からTM偏光に変換され、ビーム230へと拡大される。

【0016】拡大された導波ビーム(guided beam)230は、ビーム偏向器部分300へ入射する。このビーム偏向器部分では、バッファ層340が電気光学的プレーナ型導波路層260上に形成されているため、層260はバッファ層340および40の間に挟まれる。バッファ層340の上部に配置されている離隔されたプリズム状電極320及び322と、バッファ層40に対向して下側でかつプリズム状電極320及び322の直ぐ下側に形成されているアース用面電極321(図8参照)との間に印加された電圧によって、フィルム260の面に垂直な電界が電気光学的プレーナ型導波路260内に発生する。

【0017】共に出願中の特許出願第916,422号に開示されているように(この開示を本願の内容として緩用する)、TMモードに偏光された導波ビーム230は、表面電極320及び322によって規定されている離隔されたプリズム状区域内の屈折率変化によって偏向される。この屈折率の変化は、TMモードに偏光された光と電気光学的導波路260に印加された電界との相互作用によって誘導される。導波ビーム230は、波面センサ部分600から集積回路720を経て帰還されるトラッキングエラー信号に応答して、ビーム偏向器部分300によって偏向される。ライン721及び722は集積回

路720と電気光学的ビーム偏向器部分300の離隔したプリズム状電極との間を接続し、ライン723はこの偏向器のアース用面電極321に電気的接続を与える。TESサーボ信号はパッド821を介して外部からモニタされ、電源及びクロック信号はパッド822及び823を介してチップ720に伝送される。

【0018】さらに図1を参照するに、導波ビーム430はビーム偏向器部分300からデュアル型回折格子カップラ部分400へと伝搬する。デュアル型回折格子カップラ部分400は、一方が他方の上方にあり、バッファ層340で分離されている2個のプレーナ型導波路260及び460から成る。ビーム330は、導波路フィルム260上に形成されているブレーツした出射用回折格子カップラによって下側の導波路260に出射する。光ディスクの表面から反射された後、上部導波路460上に形成されたブレーツされた(blazed)入射用回折格子によって、光は上部導波路460の導波ビーム430に結合する。導波ビーム430は、導波路反射器部分500により導波ビーム530として反射される。このビームはマッハツエンダー干渉計型波面センサピックアップ部分600に入射する。この波面センサピックアップ部分600の構成と動作は、共に出願中の特許出願第913,579号に開示され、その開示を本願の内容として緩用する。

【0019】導波路コンデンサレンズ644は入射ビーム530の一部を捕らえ、ビーム630に集束する。rf信号は、ビーム630の焦点に配置されている集積化された光検出器によって再生される。この光検出器の出力は接続線712によって集積回路710に電気的に接続する。米国特許出願第913,579号で開示されているように、マッハツエンダー干渉計型波面センサピックアップ部分600はFES信号及びTES信号に変換される信号をも与える。これらの信号は集積回路710に接続線711、713、716及び717によって電気的に接続されている。

【0020】集積回路710は、TES信号及びFES信号を発生するための信号増幅および調整機能を備えている。rf出力、TES信号及びFES信号は、それぞれ、接続パッド811、812及び813によって、外部でモニタされる。接続パッド814と815は集積回路710に電源とクロック信号を供給する。接続線714、715及び716は、それぞれ、基準信号、TES信号及びFES信号を集積回路720に与える。この集積回路720は今度は駆動電圧を電気光学的偏向部分300に与えて、トラッキングエラーを補償し、これによりサーボループが完成する。

【0021】マッハツエンダー干渉計のバイアスオフセット調整用信号も、集積回路710によって供給されるTES信号、FES信号及び基準信号に応答して、接続線724、725、728及び729を介して集積回路

720 によって与えられる。これらのバイアスオフセット用信号を使用して、波面センサピックアップ部分 60 の各マッハツエンダー干渉計の腕部において、電気光学的に誘導される位相シフトを調整する。この位相シフトの調整は、干渉計が線形領域で動作することを保証するために必要である。

【0022】図2は本発明による集積化され光ヘッド部分の詳細な平面図であり、それは伸長されたキャビティレーザを表しており、2次高調波の発生および光変調を提供する。基本波長で放射する伸長されたキャビティレーザは、アクティブゲイン段10から形成されており、それは背面反射器、伸長された光学キャビティ段14及び分布型プラグ反射器(distributed Bragg reflector)段21をも含んでいる。アクティブゲイン段10はNLO材料から形成するリッジ型導波路60に結合されている。バッファ層18は、NLOリッジ型導波路よりも屈折率が低く、厚さが0.5～5ミクロンで、幅が10～1000ミクロンであり、ポリメタクリル酸メチルのような材料で形成される。この層はNLOリッジ型導波路を表面電極36及び37から光学的に分離するように作用する。これらの電極は、写真平版的パターンニング手法によって、金またはアルミニウムの厚さが0.1～0.3ミクロンのフィルムで形成されている。

【0023】電極36及び37は、NLOリッジ型導波路を周期的に分極するために使用される。米国特許第5,058,970号は周期的に分極される構造体を組み込んだ非線形導波路装置を開示している。この装置においては、ドメインが導波路面に直交する方向に分極され、したがって、TMモードで偏光された光を用いてSHGに最も効率的になるように、電界が印加される。しかしながら、本発明においては、図3に示されているように、電極36および37のフリンジング電界(fringing field)66によって周期的な分極が行われる。図3から分かるように、分極の方向は基板面に平行である。このため、TEモードに偏光した光は、周期的に分極される構造体によって、基本波長から2次高調波波長まで最も効果的に結合される。アクティブなレーザダイオード区域10から放射する光は主にTE偏光波である。

【0024】NLOポリマーに対する分極方法は、このポリマーをガラス遷移の直前まで加熱し直流電圧を分極用パッド836及び837間に加えることによって達成される。このポリマーは電界を印加したまま室温まで冷却され、その後電界は除去される。周期的に分極される区域100の全長は、典型的には、1乃至30mmであり、ドメインの周期は疑似位相整合(quasi-phase matching)条件で与えられる。

【0025】

【数1】

$$\Delta_{SHG} = \frac{\lambda_B}{N_B - N_R} \quad (1)$$

【0026】ここで、 λ_B は2次高調波放射の波長であり、 N_B 及び N_R は各々2次高調波と基本波の導波モードの実効屈折率である。 Δ_{SHG} の範囲の典型的な値は1から10ミクロンである。

【0027】電気光学的変調機能は、周期的な電界を加えて分極するために使用するのと同一の電極を使用し、NLOチャネル型導波路における線形の電気光学的効果を利用することによって得られる。この場合、電圧駆動信号は図2に示す接続線734及び733を介して集積回路730によって供給される。印加電圧によって誘導される周期的に変化する電気光学的位相シフトは、式(1)に示した疑似位相整合条件からずれが生じてしまい、そして、 Δ_{SHG} によって同時に出願された米国特許出願第9,539,25号(この開示を本願の内容として緩用する)の中で教示されているように、2次高調波の出力が減少してしまう。このため、2次高調波光の強度は、電圧を電極36及び37間に印加すると、最大値からゼロまで変化することとなる。

【0028】周期的にフリンジする区域及び分極されたドメインが均一、かつ、基板の面に平行であり、さらに、印加電圧がゼロのとき、式(1)が満足されるという単純化した仮定をする場合、直接的に示すとSHGをオフするために必要な電圧はほぼ式(2)で与えられる。

【0029】

【数2】

$$V_{OFF} \equiv \left[\frac{2G}{(n_B)^3 r_B - (n_R)^3 r_R} \right] \frac{\lambda_B}{L} \quad (2)$$

【0030】ここで、Gは掌状の電極36の電極指部と電極37との間の間隙であり、Lは周期的に分極される区域100の長さであり、 n_B 及び n_R は各々2次高調波及び基本波の波長に対するNLO材料の屈折率であり、 r_B 及び r_R は各々2次高調波及び基本波の波長に対するNLO材料の線形電気光学係数 r_{11} である。式(2)は導波された光学的フィールド(guided optical field)がリッジ型導波路によって十分に規定されると仮定している。導波された光学的フィールドがリッジ型導波路により十分に規定されない場合、項 $(n_B)^3 r_B$ 及び $(n_R)^3 r_R$ は、1より小さく、かつ、リッジ型導波路の場合、それぞれ、2次高調波と基本波の導波モードに対する光学的フィールドのオーバーラップに対応する係数を乗算されることが必要となる。一例として、式(2)で計算した V_{OFF} は、Gが5ミクロンであり、 λ_B / L が 10^{-3} である場合約12ボルトであり、そして、 $((n_B)^3 r_B - (n_R)^3 r_R) = 82 \text{ pm/V}$ となる。

【0031】図4(a)、(b)及び(c)は、図2の線B-Bに沿った断面図であり、本発明の三つの相異なる実施例である。これら三つの図面は、伸長されたキャビティレーザ内にNLO型導波路の2次高調波発生器100を含む別の手段を表している。図4(a)に示すように、アクティブゲイン段10で発生された光はリッジ型導波路60に入射し、基本波の波長は分布型プラグ反射器段21で反射する。参考番号63はNLOリッジ型導波路60内の反射された基本波ビームを表している。この基本波ビームはアクティブゲイン段10に戻り、そこで増幅されてNLOリッジ型導波路へと反射される。参考番号61は伸長されたキャビティレーザ内で共振している基本波の波長を表している。基本波が周期的に分極されるNLOリッジ型導波路を前後に伝搬するので、この光の一部が2次高調波に変換される。この光放射は、回折格子段21の回折格子30Rに向かって伝搬するか、あるいは、分布型プラグ反射器型の回折格子30Bのいずれか一方に伝搬する。

【0032】2次高調波が分布型プラグ反射器型の回折格子30Bに向かって伝搬する場合、この光は参考番号62で示すように回折格子30Rに向かって反射される。回折格子30Rに入射する2次高調波はこの回折格子によりNLOリッジ型導波路60から出射し、透明な誘電体の反射器スタック55及び56によってNLOリッジ型導波路に向かって反射され、回折格子30RによってNLOリッジ型導波路60に再入射する。参考番号51及び52は各々反射器スタック55及び56によって反射された2次高調波を示す。参考番号64は、NLOチャネル型導波路60と再結合し、リッジ型導波路60と160との間のテーパ付きカップラ110に再入射する2次高調波を示す。

【0033】図4(a)は、バッファ層40とバッファ層18との間に形成されたリッジ型導波路60を有する基板32上に堆積されたバッファ層40を示している。リッジ型導波路60とバッファ層18はリアクティブイオン・エッティング法(RIE)により面67に沿ってスムーズに端末処理されている。アクティブゲイン段10はGaAs基板上に成長されて形成される。フロント面をへき開処理し、反射防止コーティングし、そして、バック面をへき開処理し、反射コーティングした後、レーザダイオードがエピタキシャル剥離技術によって取り除かれ、基板32上に堆積されているチタン-タンクスチル/金の底部接続層47上に配置される。このエピタキシャル剥離技術は、L.Buydens他著「GaAs/AlGaAs Multiple-Quantum-Well Vertical Optical Modulator on Glass Using the Epitaxial Lift-Off Technique」(Optical Letter, 1991年6月15日、第16巻第12号、916~918ページ)において教示されている。アクティブゲイン段10はレーザがリッジ型導波路60と整列するように位置決めされている。接続線735及び736を介して金

属接点層46及び47に電気接続が行われる。

【0034】回折格子30B及び30Rは、NLO型導波路層60の堆積に先立ってホログラフ的平版印刷によって形成されたパターンを使用して、各々、バッファ層40及び誘電体の反射器スタック56にイオン打ち込みを行うことによって形成される。回折格子30Rは、式(3)で与えられる格子ピッチを有する基本波のための伸長された光学キャビティの分布型プラグ帰還反射段21を形成する。

【0035】

【数3】

$$\Lambda_R = \frac{\lambda_R}{2N_R} \quad (3)$$

【0036】ここで、 $\lambda_R = 2\lambda_1$ は基本波長である。 λ_1 を830 nm、 N_R を1.6 とすると、数式3から $\Lambda_R = 259$ nmの値が得られる。回折格子30Bは反射形回折格子として機能し、2次高調波をアクティブなレーザダイオード10から受光用リッジ型導波路160に向けて反射する。回折格子30Bのピッチは式(4)で与えられる。

【0037】

【数4】

$$\Lambda_B = \frac{\lambda_B}{2N_B} \quad (4)$$

【0038】式(4)を用いて、 λ_B が415 nmで N_B が1.7の場合、 $\Lambda_B = 122$ nmの値が得られる。2次高調波の波長の放射だけが回折格子30Bで反射される。その理由は、この回折格子のピッチは極めて微細なため、基本波の波長の放射に作用できないためである。従って、基本波の波長の放射は戻ってアクティブゲイン段10に入射し、伸長されたキャビティレーザが完成することになる。

【0039】不都合なことに、回折格子30Rのピッチのために、2次高調波における放射がリッジ型導波路60から出射し、上部バッファ層18及び下部バッファ層40に入射する。チャネル型導波路60から出射した光は基板の面にほぼ直角となる。この角度は式(5)で与えられる。

【0040】

【数5】

$$\sin\theta_{buf} = \frac{N_B - N_R}{n_{buf}} \quad (5)$$

【0041】ここで、 θ_{buf} 及び n_{buf} は各々上部または下部バッファ層のいずれかの層の基板と直交する角度に対する光の角度及び屈折率であり、 N_B 及び N_R は前に定義したものと同様である。前に与えられた N_B 及び N_R の値を使用し n_{buf} を1.47とすると、 θ_{buf} の値は

式 (5) に従って 3.9 度となる。従って、透明な薄膜の誘電体反射器スタック 55 及び 56 は、各々 NLO 導波路 60 の上側または下側に形成する必要がある。反射器スタック 55 は、反射器スタック 56 上に直接形成されている回折格子 30R の真上に位置決めされる。リッジ型導波路 60 には区域 110 で厚さが徐々に薄くなり、リッジ型導波路 160 となることは理解されよう。リッジ型導波路 160 は 2 次高調波長ではシングルモードの放射であることが必要である。

【0042】図 4 (b) は、伸長されたレーザキャビティの別の実施例を示し、本例ではエビタキシャルの剥離により形成したアクティブレーザダイオード段 10 が整列結合形アクティブレーザダイオード段 10' に置き換えられる。図 4 (a) を参照して説明した第 1 の実施例の場合と同様に、アクティブゲイン段 10' はへき開処理し反射防止コーティングしたフロント面とへき開処理し反射コーティングしたバック面とを有する。伸長されたキャビティの端面 67' / 2 次高調波段 14' は、研磨法及び / またはリアクティブイオンエッティング法の手段によってスムーズとなるように形成される。

【0043】図 4 (c) は、伸長されたキャビティのレーザダイオード / 2 次高調波発生器 / 変調器のさらに別の実施例を示し、本例ではアクティブゲイン段 10" 及び光学キャビティ伸長された部 14" が共に単一の GaAs 基板 32" にモノリシックに形成される。さらに、アクティブゲイン / バック面反射器段 10" はパッシブな AlGaAs チャネル型導波路段 70 と結合する。この AlGaAs チャネル型導波路段 70 は次にブレーザされた回折格子を使用する方向性カップラ段 20 によって NLO リッジ型導波路 60" と結合する。この伸長された光学キャビティは分布型プラグ反射器段 21" で完成することになる。

【0044】基本波の波長の光はアクティブゲイン段 10" から 71 で示すようにパッシブな AlGaAs 導波路 70 へと伝搬する。この光は次にブレーザされた回折格子を使用する方向性カップラ 58 の手段によって、NLO チャネル型導波路 60" に入射する。63" で示すように、回折格子 30R" で反射された後、基本波は AlGaAs のパッシブなチャネル型導波路 70 に戻りゲイン段 10" に入射する。このゲイン段 10" でこの光は増幅され、伸長されたキャビティ方向へ反射される。参照番号 72 で示すように、基本波は周期的に分極する NLO リッジ型導波路内で前後に共振するので 2 次高調波が発生し、この 2 次高調波は参照番号 62" で示すように分布型プラグ反射器 30B" で反射されるか、または回折格子 30R" 及び反射器スタック 55 と 56 とによって NLO リッジ型導波路 60" から出射及び NLO リッジ型導波路 60" に入射するかのどちらかである。参照番号 64" は部分 100 を出射する 2 次高調波光の出力を示す。

【0045】例えば、アクティブゲイン段 10" はグレートインデックス形分離コンファイメント式ヘテロ接合の単量子井戸 (GRINSCH-SQW) 構造体、多量子井戸構造体またはチャネル化基板プレーナ型大型光学キャビティ (CPS-LOC) でよく、あるいは、外部導波路を有する横方向接合ストライプ型レーザでも可能である。同一の構造体がアクティブゲイン段 10" と区域 14" のパッシブなポンピングなしのチャネル型導波路 70 との両方に使用される場合、ポンピングなしのパッシブなチャネル型導波路 70 は過多の光損失を呈することに注意することが重要である。他方、区域 14" のパッシブなチャネル型導波路 70 におけるバンドギャップを修正して、この区域における損失を減少させることは可能である。R.L.Thornton 他著「Monolithic Waveguide Coupled Cavity Lasers and Modulators Fabricated by Impurity Induced Disorder」 (J. Lightwave Technology, 第 6 卷第 6 号 (1988), 786 ~ 792 ページ)、K.Meehan 他著「Disorder of an Al_xGa_{1-x}As-GaAs Super Lattice by Donor Diffusion」 (Appl. Phys. Lett., 第 45 卷 (1984), 549 ~ 551 ページ)、および、R.L.Thornton 他著「Optoelectronic Device Structures Fabricated by Impurity Induced Disorder」 (J. Crystal Growth, 第 77 卷 (1986), 621 ~ 628 ページ) は、多量子井戸ゲイン区域から成る埋込式アクティブチャネル型導波路段が、シリコン不純物注入ディオーダリング法 (Si-IID) によってパッシブなチャネル型導波路段に変換される手段を教示している。明らかにこの種方法は GRINSCH-SQW 構造体にも同様に適用できる。

【0046】図 4 (c) に示すアクティブゲイン段 10" は典型的な GRINSCH-SQW 構造体を示す。これは上述した多数の使用可能なアクティブからパッシブな AlGaAs チャネル型導波路構造体の中の唯一の例を示すに過ぎないことは理解されよう。他には多量子井戸ヘテロ接合体、CSO-LOC 型構造体及び外部パッシブな導波路を有する横方向接合ストライプ型レーザ構造体がある。GRINSCH 導波路層 41 は、n 型 GaAs 基板 32" 上に形成された n 型 AlGaAs クラッド層 40" 上に示す。GRINSCH 導波路層内に埋め込まれた層は、アクティブな GaAs 量子井戸層 42 である。GRINSCH 導波路層 41 の上側に p 型 AlGaAs クラッド層 44 がある。GRINSCH 導波路層は、厚さがわずか 10 ~ 20nm のアクティブ層 42 を有し、典型的には厚さが 0.2 ~ 0.8 ミクロンである。n 及び p のクラッド層 40" 及び 44 の厚さは、典型的には 1 ないし 2 ミクロンである。p 型クラッド層 44 の上側には、厚さが約 0.1 ないし 0.5 ミクロンの p+GaAs 接点層 48 がある。金 - ゲルマニウム / ニッケル接続層 46" を層 48 上に堆積する。基板 32" を局所的に n+ ドーピングすることによって、電気的接点がアクティブゲイン段 10" の底部に形成され

る。

【0047】パッシブな導波路領域14"は、アクティブゲイン領域10"からAlGaAs導波路70のポンピングなしのパッシブ領域14"へと結合する領域である結合領域22を含む。アクティブゲイン領域10"内を伝搬するビームの光エネルギーは、典型的には数10ミクロンのむしろ波長の短いレーザに限定する。ディスオーダなAlGaAs導波路70に注入された不純物は、アクティブゲイン領域10"からパッシブ領域70への最大結合効率を達成するように設計する。アクティブからパッシブへの結合領域22は、図4(c)に示すように2個の独立する導波路を含む。リッジ型導波路60"はNLO有機材料から成り、このリッジ型導波路60"の下側にSiO2または他の透明な低屈折率の材料から成り、厚さが0.1~5ミクロンのバッファ層28がある。この低屈折率の層28は、NLO導波路をパッシブなAlGaAsチャネル型導波路70から分離する。

【0048】パッシブな導波路領域14"は、ブレーズされた回折格子を使用する方向性カップラ段20も含む。結合領域20はブレーズされた回折格子を使用する非同一の非対称導波路から作られる方向性カップラの一例である。この種回折格子は大きくミスマッチする導波路70及び60"間を結合するために必要である。同様の回折格子使用の方向性カップラは、D. Marcuse著「Directional Couplers Made of Nonidentical Asymmetric Slabs, Part II」(Journal of Lightwave Technology, 第LT-5巻第2号(1987), 268~278ページ)で説明されている。この説明によると、チャネル型導波路70からリッジ型導波路60"への光または逆の方向への光の結合効率を100%にするために必要な回折格子58の波長は、各種の層特にバッファ層28の厚さと屈折率とに依存する。結合効率を100%にするための回折格子長の典型的な値は、0.5mmから5mmの範囲である。インピーダンスマッチングを達成するために必要な回折格子58のピッチは式(6)で与えられる。

【0049】

【数6】

$$\Delta_{DC} = \frac{\lambda_r}{N_r^{70} - N_r^{60}} \quad (6)$$

【0050】ここで、 N_r^{70} 及び N_r^{60} は、各々パッシブなチャネル型AsGaAs導波路70及びNLOリッジ型導波路60"における誘導基本モード光の実効屈折率である。

【0051】一例として、 λ_r が830nm、 N_r^{70} が3.35、 N_r^{60} が1.6の場合、式(6)は回折格子58の格子ピッチの典型的な値を計算できる。この場合、 Δ_{DC} は474nmである。2次高調波はブレーズされた回折格子使用の方向性カップラ58によって、AlGaAsパッシブチャネル型導波路に入射しないことは理解されよう。式

(6)で与えられるこの格子ピッチは、一般に、2次高調波と結合するために必要なピッチに等しくはならないので、これは事実である。

【0052】ピッチ Δ_{DC} は十分に小さいのでブレーズしない回折格子58も光を基板に入射させるため、ブレーズした回折格子58の必要性が高まる。高効率のブレーズした回折格子は選択的に光を導波路から低屈折率のカバー領域へ向けることができ、僅かな光しか(あるとしても)高屈折率の基板領域に入射しないことは周知である。M. Masumoto著「Analysis of the Blazing Effect on Second Order Gratings」(Integrated Photonics Research Conference, Technical Digest, 第5巻ペーパW C-2(1990)、130~131ページ)に、100%に迫る効率が報告されている。本発明はブレーズされた回折格子使用の方向性カップラを使用し、僅かな光しかAlGaAsクラッド層40"に入射せず、光をディスオーダなAsGaAs導波路70から低屈折率NLOリッジ型導波路60"に選択的に入射させる。回折格子のブレーズ角は、NLO導波路の実効屈折率がAlGaAs低屈折率クラッド層の屈折率より低い場合でも、ほぼ100%の光がNLO導波路に入射するように設計できる。このブレーズされた回折格子は、リアクティブイオンエッティングまたは化学的にアシストされたイオンビームエッティングを使用する有向エッティング法(directed etching)によって、ホログラフ的印刷平版で形成できる。

【0053】図5を参照するに、n型AlGaAsクラッド層40"の上方にAlGaAsのGRINSCH-SQW構造体41及び42が配置する。Si-IID処理の間、アクティブゲイン領域10"内の金-ゲルマニウム/ニッケル接点層46"はマスクとして作用し、GRINSCH-SQW構造体41及び42の中央チャネルをシールドする。従って、アクティブ領域10"は、アクティブ層42がなお接觸する(in tact)チャネル領域41を除いて、至る所がディスオーダ化される。シリコン不純物注入ディスオーダ領域75はこのシールドされた領域の外にある。

【0054】図6(a)、(b)及び(c)は、三つの別のNLO導波路構造体を示す。図6(a)において、NLOリッジ型導波路60は、リアクティブイオンエッティングまたはUVレーザアブレーションの手段によって均一なNLOフィルムをバターン化することにより形成する。NLOのリッジの厚さは0.5~2ミクロンであり、幅は1~5ミクロンである。図6(a)には上部バッファ層18及び下部バッファ層40も示す。回折格子30Bは、NLOリッジ型導波路の形成と上部バッファ層の堆積に先立って、イオンを層40に注入したものである。

【0055】図6(b)において、ブレーナNLOフィルム68がバッファ層40上に堆積され、回折格子30Bはこのフィルムに直接リアクティブイオンエッティング

するかまたはイオン注入する。リッジ69はフィルム68上にパターン化する。このリッジは屈折率がNLOフィルムの屈折率以下で、かつ、バッファ層18の屈折率よりも大きな材料で作る必要がある。このリッジは、例えば、NLO材料それ自体、またはメタクリル酸ポリメチルで希釈したNLO材料から作ることができる。このリッジの厚さは0.05から1ミクロンであり、NLOフィルム68内で下方に伝搬する光を横方向に規制する働きをする。

【0056】図6(c)は、伸長されたキャビティレーザ／2次高調波発生器／変調器は、モノリシックAlGaAsディスオーダ構造体であることを示す。低屈折率AlGaAsバッシブ導波路の場合、ディスオーダリング処理はほとんど全ての層に作用し、部分的にディスオーダリングされた領域は一部しか残らず、それが細いバッシブチャネル型導波路70に相当する。この場合、部分的にディスオーダリングされたチャネル70と全体的にディスオーダリングされた層75のバンドギャップは両方ともアクティブ層42のバンドギャップよりも低い。他方、部分的にディスオーダリングされたチャネル70の屈折率は全体的にディスオーダリングされた層75の屈折率よりも高い。これ等の特徴のため、チャネル型導波路70内の伝搬損失を低くできる。

【0057】バッシブ導波路領域14"におけるディスオーダリングは、図5に関連して述べたようにアクティブゲイン領域10"におけるディスオーダリングと同時に達成される。しかしながら、金属マスク層は、ディスオーダ領域がマスクの両側から拡散するバッシブ導波路領域にとって、より狭いものとなる。Si-IID処理の後、バッシブ導波路段14"上の金属マスク部はエッティング除去処理をする必要があるが、この金属マスクはアクティブゲイン領域10"上に残り、上部接点電極46"（図5参照）として役立つことに注意する。ディスオーダリング処理が終わり、金属マスクが除去された後、バッファ層28が層75の上部に堆積され、回折格子30Bがホログラフ的平版印刷法及びイオン注入法によってパターン化される。NLOリッジ導波路60が、図6(a)に示した実施例の場合と全く同様に、リアクティブイオンビームエッティング法またはUVレーザアブレーション法により、NLO材料でできた均一なフィルムからこの層上に形成する。上部バッファ層18が次にNLOリッジ型導波路60の上部に堆積する。NLOリッジ型導波路60の幅は典型的には1~5ミクロンであり、高さは0.5~2ミクロンであるが、AlGaAsバッシブチャネル型導波路70は幅が0.05~1ミクロンで同じ寸法の深さを有する。あるいは、NLO内のチャネル型またはリッジ型導波路を規定し、かつ、チャネル型導波路70における誘導光の通路がNLO導波路と重なるいすれかの類似の方法または構造体を使用して、図6

(a)、(b)及び(c)に示す三つの構造体のいずれ

かと置き換えることができる。

【0058】図4(c)、図5及び図6(c)に示すインキャビティ型SHGレーザダイオード／変調器の実施例は、新規な素子を含むかそれ自体が新規な素子であり、そのため小型の青色光源として単独で評価できる。この場合、この素子は図4(c)に示す点線80に沿って終端する。さらにこの種独立した光源は、図4(b)のアクティブゲイン段10'及び伸長されたキャビティ段14'を置き換えることができ、チャネル型導波路段160'に直接縦形結合できる。この場合、図1に示す全面的な集積光ヘッド用の大きなGaAs基板32"を有する必要性はなくなる。青色変調光源を除く全面的な集積化された光ヘッドは、シリコンまたはガラスのような種々の基板上に形成できる。

【0059】図7はリッジプレーナ形カップラ段200の拡大した等角投影図である。この段では、リッジ型導波路160がプレーナ型導波路260の上部に配設される場合でも、回折格子形カップラがなければ、光はリッジに閉じ込めらたままになるように、リッジ型導波路160を形成される。プレーナ型導波路260は2次高調波でシングルモードを維持するように設計され、これはこの導波路の厚さ（選択したNLO材料の正確な屈折率の値による）は、0.1ないし1ミクロンでなければならないことを意味する。回折格子形カップラ210はプレーナ型導波路260内で光を90度回折し、拡大して導波光230とする。この種回折格子形カップラは米国特許第4,776,661号に開示されている。

【0060】一般に、導波光230の強度の断面は、回折格子形カップラの回折格子溝の深さが均一な場合、回折格子形カップラ210の長さに沿って指數関数的に減少する。しかしながら、L.Li他著「Variable-Groove-Depth Grating Couplers」（Optical Society of America, OSA Annual Technical Digest, 1991年第17巻、26ページ）において教示されているように、回折格子溝の深さがカップラに沿って変化する場合、強度の断面はガウス分布に近付くようになることとなる。L.A.Weller-BrophyおよびD.G.Hall著「Local Normal Mode Analysis of Guided Mode Interactions with Waveguide Gratings」（Journal of Lightwave Technology, 1988年6月、第6巻第6号、1069~1082ページ）に示されているように、90度リッジプレーナ導波路回折格子形カップラの他の利点は、そのカップラがリッジ型導波路160におけるTE偏光された光をプレーナ型導波路260におけるTM偏光された光に変換することである。

【0061】回折格子形カップラ210はホログラフ的パターンニング法とその後のイオン注入法とによってバッファ層40上に形成する。この回折格子はリッジ型回折格子160がプレーナ型回折格子260と交差する領域の下方に形成する。格子ピッチは式(7)で与えられる。

【0062】

【数7】

$$\Delta_{RP} = \frac{\lambda_B}{\sqrt{(N_{BR})^2 + (N_{BP})^2}} \quad (7)$$

【0063】ここで、 N_{BR} 及び N_{BP} は、各々リッジ型導波路及びプレーナ型導波路中を導波されるモードに対する2次高調波長の実効屈折率である。この回折格子はリッジ型導波路160に対して式(8)で与えられる角度で形成する。

【0064】

【数8】

$$\tan \theta_{RP} = \frac{N_{BR}}{N_{BP}} \quad (8)$$

【0065】 $N_{BR} = N_{BP} = 1.6$ であり、かつ、 $\lambda_B = 41.5\text{nm}$ という典型的な値の場合、 $\Delta_{RP} = 183\text{nm}$ であり、 $\theta_{RP} = 45^\circ$ である。

【0066】図8は、電気光学導波路偏向器部分300の図1のE-Eに沿った断面図である。この部分300の構造と動作は、米国特許出願第916,422号に詳細に記載されている。部分300はNLO導波路の屈折率より小さい屈折率の、第1の透明なバッファ層40の上側にあるプレーナ型NLO導波路260によって形成される。次に、NLO導波路の屈折率より低い屈折率を持つ第2の透明なバッファ層340が、NLO導波路の上側に配置する。バッファ層340は、純粋なポリメタクリル酸メチルまたは例えば二酸化ケイ素で増量したポリメタクリル酸メチルのようないかなる材料でもよく、バッファ層340の厚さは0.5から5ミクロンである。部分300では、屈折率がさらに低いプレーナ型アース電極321が、第1のバッファ層40、NLO導波路260及び第2のバッファ層340の下方の基板上に位置する。一对の離間したプリズム状電極320及び322が、アース面電極321の真上の第2のバッファ層34

$$\Delta N \equiv \frac{N_B^3}{2} \times B \frac{V_{DEF}}{d}$$

【0072】ここで、 n_B 及び r_B は前に定義したのと同様であり、 $\pm V_{DEF}$ は電極320と321との間に加えられた偏向器電圧であり、集積回路720によって接続線722と723とを介して与えられる。同時に、 V_{DEF} が電極322と321との間に加えられ、接続線721と723とを介して与えられる。距離 d は表面電極320及び322とアース電極321との間の合計の距離である。NLO型導波路260内を伝搬するTM偏光は、垂直に分極されたNLO導波路から大きな線形電気光学定数 r_{11} を得る利点があることは理解されよう。ここで、 $\tan \Gamma = 4$ 、 $r_{11} = 30 \text{pm/V}$ 、 $n_B = N_{BP} = 1.6$ 、 $V_{DEF} = \pm 100$ ボルト、 $d = 5$ ミクロンとする

0の上部に堆積される。電極320、321及び322は金またはアルミニウムのような導電性金属でよく、厚さは0.1から0.3ミクロンである。しかしながら、基板32がシリコンまたは他の半導体の場合、電極321は局部的に高濃度にn型をドープした接点領域に置き換えることができることに留意すべきである。

【0067】NLOポリマー導波路は、電極320及び322を一時的に短絡し、図1に示す分極用パッド841及び842に直流電圧を加えながら、このポリマーをガラス遷移の直前まで加熱することによって電気的に分極する。分極パッド841及び842は各々電極321及び322に直接接続する。このポリマーは電界を印加したまま室温まで冷却し、その後電界は取り除かれて電極320及び322間の短絡が外される。この処理によってNLOフィルムの分極軸がフィルムの面に直角に向くようになる。

【0068】プレーナ型アース電極321と一对の離間した電極320及び322との間に選択的に印加する電圧によって、導波光は偏向角が式(9)で与えられる一对の離隔した電極の幾何学的な形状に従って偏向される。

【0069】

【数9】

$$\theta_{DEF} \equiv 2 \frac{\Delta N}{N_{BP}} \tan \Gamma \quad (9)$$

【0070】ここで、 θ_{DEF} は導波路内の平行ビーム230の偏向角であり、 ΔN は電気光学的に誘導された実効屈折率における変化であり、 N_{BP} は偏向器部分300内の導波路260における導波モードの実効屈折率であり、 Γ は図1に示すプリズム型電極320及び322の頂角である。 ΔN は式(10)で示す印加電圧に関係する。

【0071】

【数10】

(10)

と、式(9)及び式(10)から $\theta_{DEF} = \pm 6.2$ ミリラジアンとなる。この偏向角はトラックピッチが2ミクロンで対物レンズの焦点距離が3mmの典型的な光ディスクにとって、 ± 15 トラックに相当する。

【0073】図9を参照するに、部分400は入出力カップラ部分である。この部分400は第1のバッファ層40の上側に配設する第1のNLO導波路260と、第1のバッファ層40上に形成する第1のプレーズされた線形回折格子の出力カップラ410と、屈折率がNLO導波路260の屈折率よりより小さくプレーズされた線形回折格子410及び第1のNLO導波路260の上側に配置する第2の透明バッファ層340と、第2のバッ

ファ層340の上側の第2のNLO導波路460と、第2のバッファ層340上の第2のプレーズされた線形回折格子の入力カップラ420から成る。第1のNLO導波路260と第2のバッファ層340は第1の回折格子形カップラの後ろでテープが付けられ厚さがゼロになる。プレーズされた回折格子410及び420は、所望のプレーズを達成するため表面に斜めの角度で行うアクリティブイオンエッティング法に統いて、ホログラフ的印刷平版法により形成する。回折格子410は入射する導波光330のほぼ100%が第1のNLO導波路260から出射し、基板に入射する光がないようにプレーズす

$$\lambda_{\text{OUT}} = \frac{\lambda_B}{N_{\text{BP}} \cdot \sin \theta_{\text{out}}}$$

【0076】ここで、 N_{BP} は部分400内のNLO導波路260における指定されたモードの実効屈折率である。空中への出力角度が5度、 $N_{\text{BP}} = 1.6$ 、 $\lambda_B = 415\text{nm}$ の場合、格子ピッチ λ_{out} は274nmである。

【0077】ビーム330はプレーズされた回折格子形カップラ410によってNLO導波路260から出射し、方角431に沿って対物レンズ435を経て空中に伝搬し、回転する光ディスク440の情報記録面450上に集束する。ピットとランド区域の形式の記録データは、図9の方向480に平行なトラック（図示せず）に沿って位置する。ここでディスクが回転するときの振れは、方向490に沿うことに注意する。電気光学偏向器300による導波ビーム330の偏向は、振れ運動とは

$$\lambda_{\text{IN}} = \frac{\lambda_B}{N_{\text{BP}} \cdot \sin \theta_{\text{IN}}}$$

【0080】ここで、 N_{BP} はNLO導波路460内で指定されたモードの実効屈折率であり、 θ_{IN} は式(13)で与えられる。

$$\theta_{\text{IN}} = \theta_{\text{OUT}} + 2\Phi.$$

【0082】傾き角度 Φ を調整することにより、第1の回折格子形カップラ410によって第1の導波路260から出射した光は、第2の回折格子形カップラ420によって第2の導波路460に直接入射できないよう、2個の格子のピッチを相異なるように作ることができる。したがって、光源はセンサ部分600から効率的に分離される。レーザフィードバックも装置構成の幾何学的配置によって解消されることも理解されよう。光ディスク450の表面が基板32に平行な場合、 $\Phi = 0$ であり、式(13)によれば $\theta_{\text{IN}} = \theta_{\text{OUT}}$ である。式(12)から、回折格子420に必要とされるピッチは、NLO導波路460の実効屈折率がNLO導波路260の実効屈折率と同様と仮定する場合、式(11)で与えられた回折格子410のピッチと同一であることは理解されよう。回折格子410と420とのプレーズ角の差は

る。同様に、回折格子420はディスクから入射する全ての光が第2のNLO導波路460内のビーム430と結合し、基板に逃げる光がないようにプレーズされる。

【0074】出射用回折格子410のピッチ λ_{out} は、光が第1のNLO導波路260から空中のある予め定めた方角に出射するよう設計される。この方角は基板32にほぼ直角な角度の θ_{out} である。 λ_{out} は次の式(11)による出力角 θ_{out} に関係する。

【0075】

10 【数11】

(11)

逆となる方向490に平行な方向に偏向されるべき非結合ビームを作り、それによりディスクの振れを補償する。

【0078】第2のプレーズされた回折格子形カップラ420のピッチは、光ディスク440から方向432に沿って反射された光が、第2のNLO導波路460内のビーム430に結合するように設計する。方向432は、基板32の法線に関して、角度 θ_{in} に方向付けられている。光ディスク440が基板32に関して角度 Φ で傾斜する場合、入射用回折格子420のピッチは式(12)で与えられる。

【0079】

【数12】

(12)

【0081】

【数13】

(13)

それ自体で、レーザ光源と検出器との分離を可能とする。

【0083】基板32が透明な場合、入出力カップラ部分400の別の構成として、NLO導波路460、プレーズされた入射回折格子形カップラ420及びマッハツエンダー干渉計型波面センサ部分600を基板32の底側に製造できることに留意すべきである。この別の実施例では、ビーム反射器部分500を必要としないことに注意する。図10に示すこの別の実施例において、図9の素子と同様の素子には文字“a”を付けて表示するが、バッファ層340を部分400に広げる必要はない。この実施例の製造は、光源／電気光学変調器部分100、ビームイクスパンダ／TE-TM変換器／反射器部分200、電気光学導波路偏向器部分300、導波路260及びプレーズされた出力回折格子形カップラ41

0を含む装置の光伝送部を透明な基板32の上面に形成することにより一層簡単にできる。NLO導波路460、プレーズされた入射回折格子形カップラ420及びマッハツエンダー干渉計型波面センサ部分600を含む装置の受光部は、透明な基板32の底面に形成する。

【0084】あるいは、装置の受光部は図11に示すように、別個の基板33上に形成できる。この別の実施例では、図9の素子と同様の素子には文字“b”を付けて示す。2個の基板を背合わせに位置決めして、基板32上の出射カップラ410が基板33の底部の入射カップラ420と整列させ、屈折率整合用接着剤34で結合する。

【0085】図9と図11に示す別の実施例では、入射_{a,b}

$$\Lambda_{IN} = \frac{\lambda_B}{N_{BP}'' + \sin\theta_{IN}}.$$

【0087】式(12a)は、式(12)の分母に表示されていたマイナス記号が式(12a)ではプラス記号に置き換わっている点において、式(12)とは異なることに注意する。従って、導波路40aまたは40b及び460aまたは460bの光学的分離を達成するために、ディスクが傾斜される必要はない。その理由は、これらの導波路は相異なる格子ピッチ Λ_{BP} 及び Λ_{IN} の効力によって分離されるからである。

【0088】図12は、端面反射器500及びマッハツエンダー(MZ)干渉計型波面センサ部分600の拡大平面図である。面型反射器500は、基板32、バッファ層40及び導波路460をダイシングまたは研磨によって、あるいは、入出力部分400から入射する光430の伝搬方向に45度をなす線のみに沿って導波路460をリアクティブイオン・エッティングすることによって、形成される。他の例では、導波路終端はミラーとして作用し、導波ビームを90度の角度で反射することにより総合的な光ヘッドをさらに小型にできる。反射スタックまたは金属ミラーを用いてコーティングすることによって、面の反射率を高めることができる。図10または図11の実施例を使用する場合、ビーム反射器500の必要性がなくなることに留意すべきである。

【0089】図12に示すように、端面反射器500からの反射後、ビーム530はMZ波面センサ部分600に入射する。この段は集積光ヘッドの受光部を示し、米国特許出願第913,579号に詳細に説明されている。センサ部分600は、第1の透明なバッファ層40の上部に配置するプレーナ型でチャネル型またはリッジ型導波路の系で形成する。参照番号638はNLOプレーナ型導波路460とMZ波面センサ部分600との間の境界を示す。これら導波路は印刷平版的に規定され、リアクティブ・イオンエッティング法により処理されるか、また

カップラ回折格子420aまたは420bの格子ピッチによって、出射したビームは各々逆方向430a及び430bに伝搬することは理解されよう。このためいずれの装置もビーム反射器500を必要とせずに小型に作ることができる。図9に示す実施例に関する別の利点は、入射結合回折格子420aまたは420bに必要なピッチは、ディスクのチルト角がゼロの場合でも、回折格子410aまたは410bに必要なピッチとは異なる。回折格子420aまたは420bに必要なピッチは式(12a)で与えられる。

【0086】

【数14】

(12a)

は、UVレーザアブレーション法を用いて直接書き込むのが好適である。

【0090】導波路の系はモードインデックス型コンデンサレンズ644を有する中央プレーナ型導波路領域660を含み、コンデンサレンズ644の中心はMZ波面センサ部分の光軸636上に位置する。このレンズは光をフォトダイオード646上に集束し、rfデータ信号を測定する。この信号は電気的接続線712を介して集積回路710に中継される。中央プレーナ型導波路領域660の両側にリッジ型導波路MZ干渉計662、664及び基準用リッジ型導波路652、654が対称的に配列する。リッジ型導波路MZ干渉計662は独立したリッジ型導波路648及び650を含み、これらリッジ型導波路は合体してY字形接続を形成する。同様に、リッジ型導波路MZ干渉計664はリッジ型導波路656及び658を含む。リッジ型導波路MZ干渉計662及び664を使用して、入射ビームの非平行性を感知する。この非平行性は光ディスクの表面が対物レンズの公称焦点から離れる運動に関係する。

【0091】図13は図12の線G-Gに沿ったシングルチャネル型導波路MZ干渉計の略断面図を示す。図示のように、バッファ層40はリッジ型導波路MZ干渉計の真下に位置する。金、アルミニウムまたは他の金属の厚さが0.1から0.3ミクロンの形状の金属アース電極676が、MZ干渉計の一方のリッジ648の下方の基板32上に堆積される。ここで、この明細書の他の部分と同様に、基板32がシリコンまたは他の半導体の場合、基板上に直接堆積されたいかなる金属導体も局部的な高濃度なn型ドープの接点領域により置き換えることができるに留意すべきである。第2の透明なバッファ層675及び上部電極678をNLOリッジ型導波路648上に堆積される。NLOリッジ型導波路648は、各

々電極676及び678に電気的に接続されている分極用パッド851及び852間に分極電圧を加えることにより、電極の面に垂直な方向に分極される。パッド853及び854も同様に、MZ干渉計664内のNLOリッジ型導波路を分極するために使用する。NLOリッジ型導波路はガラス遷移温度より僅かに低い温度にまで加熱され、次にゆっくり冷やされ、最後に分極電圧を除去される。

【0092】再度図12を参照するに、電気的接続線728及び729を介して各々電極676及び678の間に印加する集積回路720からの電圧信号は、NLOリッジ型導波路648に電気光学的に誘導された屈折率の変化を引き起こし、この屈折率の変化が、NLOリッジ型導波路650内を伝搬する光の位相シフトに関連して変化されるべきNLOリッジ型導波路648内を伝搬する光の位相シフトを発生させることができ。この手段によって、MZリッジ型導波路干渉計662及び664は、各々+90度及び-90度の位相によって電気光学的にバイアスされる。入射ビーム530のフォーカスエラー信号 I_{FES} は、フォトダイオード667及び666からの信号で除算されたフォトダイオード668及びフォトダイオード670からの信号の比の差から得られる。フ

$$I_{FES} \equiv 2 \sin \frac{2\pi\Delta}{A}$$

【0095】ここで、Aは式(15)の関係によって与えられる。

$$A = \frac{\lambda_0 f^2}{2R G_{kz}}$$

【0097】ここで、RはMZリッジ型導波路干渉計の光軸636からの距離であり、 G_{kz} はMZ干渉計を含む2個のリッジ型導波路の離隔距離であり、fは対物レンズ435の焦点距離である。従って、 I_{FES} はフォーカスエラー信号を示し、デフォーカス△と共に正弦波状に

$$I_{FES} \equiv \frac{4\pi\Delta}{A}$$

【0099】そこで、 I_{FES} はデフォーカスと共に直線的に変化する。 $f = 4\text{mm}$ 、 $G_{kz} = 10\text{ミクロン}$ 、 $R = 1\text{mm}$ 、 $\lambda = 415\text{nm}$ の場合、式(15)から $A = 332\text{ミクロン}$ の値が得られる。この特定の例では、 $1\Delta 1$ (絶対値) $< 30\text{ミクロン}$ の場合は、 I_{FES} はデフォーカスに関してほぼ直線的な関係を維持することとなる。

【0100】2個のMZ干渉計662及び664をバイアスし、FES信号としての基準信号に対する干渉計の比の差を使用することにより、4つの所望の効果が同時に達成できる。先ず第1は、直流レベルの抑圧がされることである。第2は入射ビーム530の位置の変動に起因する各干渉計から別個に入る信号内の変動を、 I_{FES}

(16)
30

オトダイオード668及び670は、MZリッジ型導波路662及び664から出射する光を検出する。一方、フォトダイオード667及び666は、各々基準用リッジ型導波路652及び654から出射する光を検出する。フォトダイオード667、666、668及び670からの信号は、各々電気的接続線711、713、716及び717を介して集積回路710に中継される。基板32がシリコンまたは他の半導体材料でできている場合、米国特許第4,672,187号に開示されているように、フォトダイオード646、666、667、668及び670を直接的に集積化することができる。さもなくば、導波路を通過する光は、回折格子結合、直線結合(endfirecoupling)またはエバネセントウェイブ結合(evanescent wave coupling)の手段によって、外部のディスクリートなフォトダイオードに結合されることが可能である。

【0093】 I_{FES} は光ディスクが次の式(14)による対物レンズの公称焦点からずれた距離であるデフォーカス△に関係する。

【0094】

【数15】

(14)

【0096】

【数16】

(15)

変化する。しかしながら、数量Aが△の最大値に関して十分大きい場合、式(14)は式(16)で表現でき、

【0098】

【数17】

(16)

FESでキャンセルできることである。ビームの位置変動は、トラッキングエラー修正動作中の電気光学的ビームの偏向による。第3の利点は、 I_{FES} は電気光学的トラッキングエラーの修正から発生するブレーザされた回折格子入力カップラ420の入射結合効率における変動にも影響されないことである。第4の利点は、デフォーカスが上述のパラメータAに関して十分小さい場合、 I_{FES} はデフォーカスと共に直線的に変化することである。

【0101】さらに、バイアスの位相シフトを電気光学的に調整可能にした結果、別の利点が生ずる。基準点から±90度ドリフトすることとなるバイアスオフセットに

おいて、ダイナミックな調整が可能であることである。電気光学的に調整可能なバイアスオフセット法に対して、それほど複雑ではないあまり好適ではない別の方法は、NLOリッジ型導波路648及び658の厚さを永久的に調整することによるバイアス位相シフト法を取り入れることである。この方法は、装置の製造中にフォトダイオード668及び670の信号レベルを監視しながら、導波路648及び658のNLO有機ポリマーのレーザトリミング法を使用することによって、達成される。こ

$$I_{TES} = I_{O2} - I_{O1}$$

【0104】ここで、 I_{O1} 及び I_{O2} はそれぞれフォトダイオード666及び667により測定された信号である。好ましくない側面的効果は、デフォーカスとの回折格子結合効率に変動があることである。数kHzより低い周波数成分でのデフォーカスによるrf信号の変調信号は、この信号を高帯域通過形の電気的フィルタを通過させることにより、rfデータ信号から除くことができる。しかしながら、 I_{O1} の周波数スペクトルは I_{FES} の周波数スペクトルと同一のため、電気的フィルタを通過させる選択はできない。他方、 I_{FES} は上述したように結合効率の変動に影響を受けないので、 I_{FES} は I_{TES} 上のデフォーカスの影響を補償するために使用できる可変利得形回路への入力信号として使用されることが可能である。

【0105】従来の光ヘッドより大きさ及び重さにおいてはるかに小型の読み出し／書き込み光ヘッドについて説明がなされたことは理解されるであろう。寸法は長さが25から30mm、幅が10から15mm、厚さが1から5mmのオーダである。この光ヘッドは対物レンズ、焦点サーボ機構及びトラッカー粗シーカー(coarse seeking)用アクチュエータを省いた従来の読み出し／書き込みヘッドの全ての機能を組み込んでいる。インキャビティ型SHG方式を使用することにより、従来技術の装置よりもさらに高い変換効率を得ることができる。その理由はSHG方式が単一光路動作ではなく多重光路にわたってSHGを動作させるからである。この明細書で説明した2つの実施例には、伸長されたレーザキャビティのアクティブゲイン段はチップ上にモノリシックに形成できるという追加的な利点がある。製造が容易になるため、作業者が光ヘッド用チップを用いて外部のゲイン段を緊張して整列させる必要を回避することができる。さらに、1つの実施例では、同一の基板上に伸長されたキャビティとして、アクティブゲイン段を成長させることを事実上可能にし、このためブレーズされた回折格子使用の方向性カップラを利用することによって、アクティブ-パッシブ・インターフェースにおける光学的損失を減少させる。赤外光よりも青色光を使用するということは、ディスクの記憶容量を4倍に増加できることを意味する。デュアル型の入射及び出射用の線形にブレーズされた線形な回折格子形カッ

の方法は、リッジ型導波路650及び656の実効屈折率について、各々リッジ型導波路648及び658の実効屈折率を永久的に修正し、所望の位相バイアスにまで高める。

【0102】トラッキングエラー信号は、基準リッジ型導波路用フォトダイオード667及び666によって検出された信号の次式により表される差から得られる。

【0103】

【数18】

20 プラを使用することにより、外部の1/4波長板を必要とすることなく、レーザ帰還ノイズをほぼ完全に解消することが可能となる。出射カップラの線形回折格子と結合した分布型帰還SHGを使用することによって、集束用回折格子出射カップラを有する従来技術による設計の場合のような、光源の波長シフトに起因するディスク上のスポット品質の劣化と動搖とが解消される。また、マツハツエンダー干渉形型ヘッドを使用することにより、製造が困難で、高性能な、集積化された光導波路レンズを不要にすることができる。

【0106】本発明は、非線形光学分極形有機ポリマー薄膜導波路またはいかなる他の薄膜非線形光学材料に基づくほぼ全面的に集積化された光導波路読み取り／書き込みヘッドに関する。この種の薄膜は、シリコンまたはGaAsのような基板上のパッシブ及びアクティブな導波路構成部品の形成を可能にするいくつかの望ましい特性によって特徴づけられ、このため電気光学／光電子的集積化を可能にする。本発明は、上述した問題を解決すると共に、単一の導波路チップ上の光読み取り／書き込みヘッドのほとんど全ての主要な構成要素を集積化することを提供する。

【0107】この発明は、次のように簡潔に要約できる。すなわち、本発明は、基板と、その基板の上側の光学的に透明な下部バッファ層と、その下部バッファ層の上側にあり、下部バッファ層の屈折率よりも大きな屈折率を有し、光学的に透明な非線形光学有機分極形ポリマー導波路と、NLO導波路に光学的に結合されているGaAsレーザダイオードから成る。1つの実施例において、

40 端面がへき開処理され反射防止コーティングされたレーザダイオードは、剥離処理によって基板に堆積され、NLO導波路に結合される。この実施例では、基板をガラスまたはSiO₂をコーティングしたシリコンで作ることができる。さらに、基板をGaAsチップで作ることができ、この場合はレーザダイオードは基板自体に直接形成されることとなる。

【0108】NLO導波路自体独立しているが互いに隣接する次の六つの部分から成る。すなわち、

1) レーザダイオードのための伸長された共振器キャビティを形成し、変調機能及びインキャビティ型疑似位相

整合した2次高調波発生器の機能を兼ね備えたリッジ型導波路部分、

2) ビーム拡大機能、TE-TM変換機能及びビーム偏向機能を兼ね備える回折格子が結合されたリッジープレーナ導波路部分、

3) 電気光学導波路のビーム偏向のためのプレーナ型ブリズム状電極部分、

4) 入射及び出射結合のためのデュアル型線形回折格子部分、

5) ビーム偏向のためのプレーナ型導波路ミラー部分、

6) TES信号及びFES信号発生のための電気光学リッジ型導波路のマッハツエンダー干渉計型波面センサ部分

である。

【0109】波面センサ部分には、モードインデックス導波路型コンデンサレンズが形成されているプレーナ型導波路領域も含まれている。このレンズはデータ検出のために集光する。これ等の光素子に加えて、基板（シリコンまたはGaAsのような半導体基板の場合）に直接特定仕様に集積化されるか、または、基板（ガラスのような他の絶縁基板の場合）に取り付けることができる光検出器、增幅器、ドライバ及び論理素子のような電子素子がある。これらの電子素子は、光を検出する手段、FES信号、TES信号及びデータ信号を增幅する手段、電気光学トラッキングアクチュエータを駆動し、電気光学変調器を駆動し、マッハツエンダー干渉計にバイアスオフセット修正信号を与える手段を具える。

【0110】上述の集積化された光学チップに、外部対物レンズ、トラッカー粗シーク用アクチュエータ及び集束アクチュエータを追加すると、完全な光読み取り／書き込みヘッドが形成される。その集積化された光学チップは、光ビームを発生し、誘導し、応答し、かつ、処理するいくつかの段を含んでいるので、各々の段は機能が同一である限りこの明細書で説明した内容からかなり変形することができる。これらの段は大量生産を可能にし、装置を特定の用途向けに調整するための部品の交換を可能とする。

【0111】

【発明の効果】本発明は、NLO有機分極形ポリマー薄膜を含む新規な集積化された光ヘッドを使用することにより、従来装置の問題点を解決する。他の薄膜非線形光学媒体も、有機ポリマーの代わりに使用できる。J. Zyss著「Nonlinear Organic Materials for Integrated Optics: A Review」(Journal of Molecular Electronics, 第1巻 (1985), 25~45ページ)に開示されているように、NLO有機材料はその材料の形状により導波路的な伝搬が可能な場合、十分な潜在能力を実現できる。光通信、レーザ走査及び制御機能、及び集積光学技術において有用なNLO有機材料の例は周知である。例えば、J. Williams著「Organic Polymeric and Non-Polymer

ric Materials with Large Optical Nonlinearities」(Agnew. Chem. Int. Ed. Engl., 第23巻 (1984), 690~703ページ)を参照されたい。

【0112】NLO有機フィルムの非線形光学特性を利用して、2次高調波の発生及び線形電気光学効果の両者を得る。バルク無機NLO材料と対照的に、これら材料の薄膜は同一の基板上に多種類の装置を集積できる設計の柔軟性を有する。例えば、この種フィルムはシリコンまたはGaAsのような基板上に堆積でき、プレーナ型、リッジ型またはチャネル型導波路に作り上げることができ、非線形光学（すなわち、2次高調波の発生、電気光学トラッキング及び電気光学変調）機能及び光電子（すなわち、レーザ放射及び光検出）機能の集積化が可能となる。NLO有機材料の他の利点は、この材料が最良の無機電気光学材料の電気光学係数以上の電気光学係数を有することができる。プレーナ型電極をこれら薄い非線形光学フィルムのいずれの側にも配置できるという事実は、NLO材料の比較的大きな電気光学係数と併せて、比較的低い駆動電圧で動作する偏向器、位相シフタ、モード変換器及び変調器のような均一電界の電気光学導波路装置の設計を可能にする。この設計は、従来のバルク電気光学結晶を使用する場合は、可能ではない。

【0113】2次高調波の発生や線形電気光学効果のような非線形光学機能は、パワー密度が高くなればなるほど一層効率的になることも理解されよう。導波路状の構造体は、損失のない媒体の場合、理論的に無限の径路にわたって横方向が波長のオーダの寸法に規制された光学パワーを維持する可能性を示すので有利である。そのようなことはバルク作用では可能ではない。その理由はバルク作用は焦点が大きくなるとそれだけ同焦点パラメータが小さくなり、そのパラメータ以上に非線形光学変換効率及び線形電気光学効果が減少するからである。導波路形状の他の利点は次のようである、すなわち、所定の基本波長に対して、周期的に分極する疑似位相整合回折格子を使用することによるか、または層及び／または基板の厚さまたは屈折率のような導波路特性を結合してまたは個別に適合させて、基本波及び2次高調波の誘導モードの実効屈折率を制御することによるかのどちらか一方によって、基本波と2次高調波の誘導モードとの位相整合を保証することができる。

【0114】集積された光ピックアップヘッドにおいて組込形SHG機能を包含することは、バルク型の従来技術の装置に対して、著しい利点を有する。これは光ディスクの情報記録密度は、情報を書き込むために使用する放射の波長の逆二乗に比例して増加する事実から生ずる。SHG機能の集積化は、変換は位相整合条件が満足する基本波長においてのみ起こるというさらに別の利点がある。これはSHG光の波長はレーザダイオードの変動に鈍感であることを意味する。湾曲焦点(curved focu

s)回折格子形カップラの代わりに線形回折格子形カップラを使用することにより得られるこの波長の安定性のため、ディスク表面の集束スポットの変動と劣化とが取り除かれる。これまで、NLO材料を組み入れ、基本波長の2次高調波発生による可視放射を発生する小型のレーザダイオード構造体を説明してきたことは理解されよう。レーザの伸長されたキャビティにSHG機能を包含することによって、SHGの変換効率を改善することができるが、それはSHG機能は非線形リッジ型導波路において基本放射の多重径路ができるためである。本発明は、レーザ駆動電流を直接変調する必要性とそれに伴う不安定性なしに、光ディスクへの書き込みを可能にする集積化された電気光学変調器機能も含んでいる。

【0115】上述した説明から明らかなように、この発明の特色のいくつかは、説明されている実施例の特定の細部に限定されず、それゆえ、他の修正や応用が当業者に想起され得ることが考えられる。従って、この発明の真の精神及び範囲から逸脱することなく、特許請求の範囲はこの種全ての修正や応用を含むことが意図されている。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による集積化された電気光学導波路型の光学的データ記録読出し／書き込み装置の好適な実施例の概略平面図である。

【図2】図1の一部拡大平面図であり、アクティブなレーザダイオードを非線形光学導波路フィルムに結合する機能と、疑似位相整合された2次高調波の発生機能と、分布型プラグ反射型回折格子を使用する赤外線放射の変調及び帰還機能とを提供する伸長されたキャビティ型レーザを示す。

【図3】図2のラインA-Aに沿って切り取った断面図であり、疑似位相整合された2次高調波発生器の表面電極による非線形光学有機チャネル型導波路内の主にTE偏光に作用するように設計したフリンジ部を示す。

【図4】(a)は図1または図2のラインB-Bに沿って切り取った断面図であり、(b)は(a)と同様であるが別の好適な実施例を示す断面図であり、そして、(c)は(a)及び(b)と同様であるが更に別の好適な実施例を示す断面図である。

【図5】全体的には図2のラインC-C、具体的には図4(c)のラインC-Cに沿って切り取った断面図であり、ディスオーダなレーザダイオード構造体に誘導されたシリコン不純物を示す。

【図6】(a)は全体的には図2のラインD-D、具体的には図4(c)のラインD-Dに沿って切り取った断面図であり、(b)は(a)と同様であるが別の好適な実施例を示す断面図であり、(c)は(a)及び(b)と同様であるが更に別の好適な実施例を示す断面図であ

る。

【図7】本発明によるチャネループレーナ型導波路回折格子形カップラ部分の詳細な等角投影図である。

【図8】図1のラインE-Eに沿って切り取った拡大断面図である。

【図9】対物レンズ及び光ディスクを示す図面において、ラインF-Fに沿った断面図である。

【図10】図9と同様の断面図であるが、透明な基板を有する別の好適な実施例を示す断面図である。

【図11】図9及び図10と同様の断面図であるが、更に別の好適な実施例を示す断面図である。

【図12】図1の一部拡大平面図であり、フォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号及びデータ信号を検知する機能を有する部分を示す。

【図13】図12のG-Gに沿って切り取った断面図である。

【符号の説明】

10 10…アクティブゲイン段(レーザダイオード)

14 14…光学キャビティ段

20 18、40、340、675…バッファ層

21…分布型プラグ反射器段

32、33…基板

36、37…表面電極

60、160…リッジ型導波路

100…電気光学的導波路部分

200…リッジープレーナ型導波路部分

230、330、430、530、630…導波ビーム

260、460…プレーナ型導波路

300…ビーム偏向器部分

30 321、676…アース用電極

320、322…プリズム状電極

400…デュアル型回折格子カップラ部分

410…出射回折格子

420…入射回折格子

500…導波路反射器部分

600…マッハツエンダー干渉計型波面センサ部分

644…導波路コンデンサレンズ

646、666、667、668、670…フォトダイオード

40 662、664…リッジ型導波路MZ干渉計

678…上部電極

710、720、730…集積回路

711-716、721-725、728、729、7

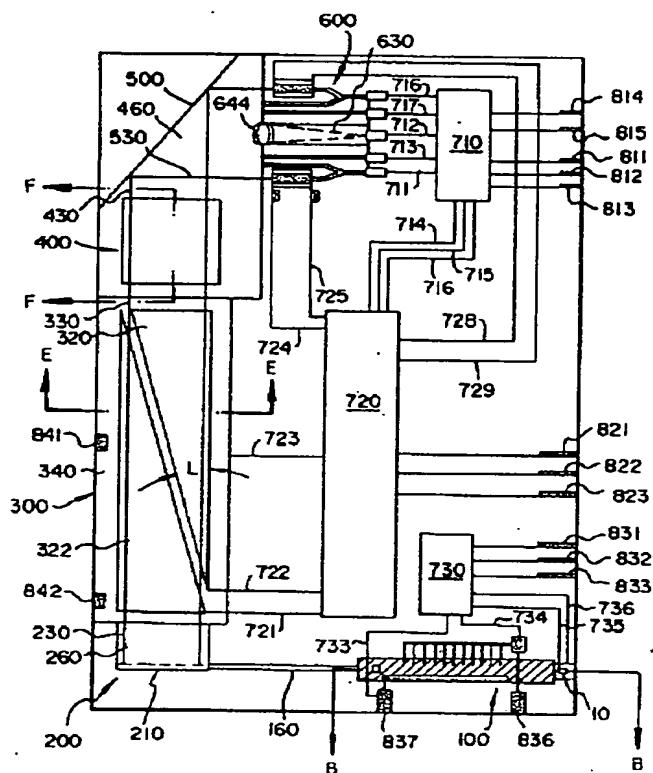
33-736…接続線

811-815、821-823…接続パッド

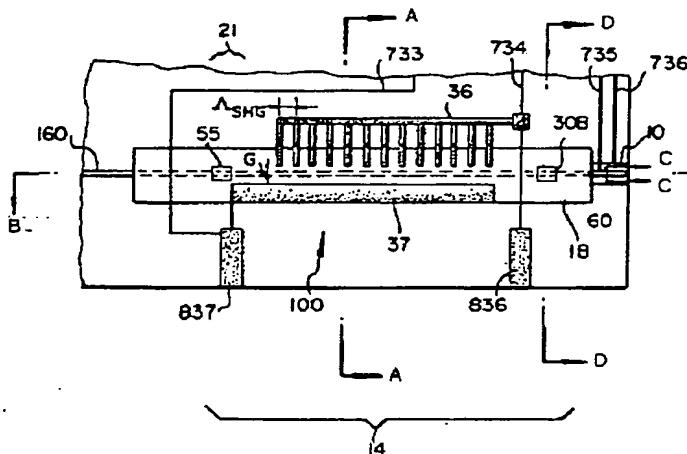
831-833、836、837、841、842、8

51-854…コネクタ

[1]

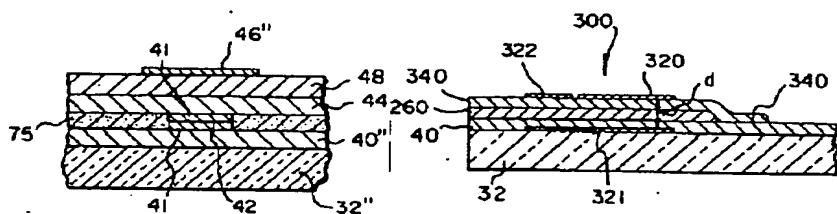


[図2]

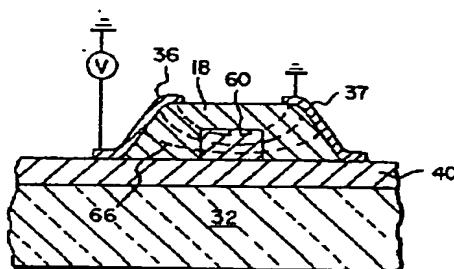


【图 5】

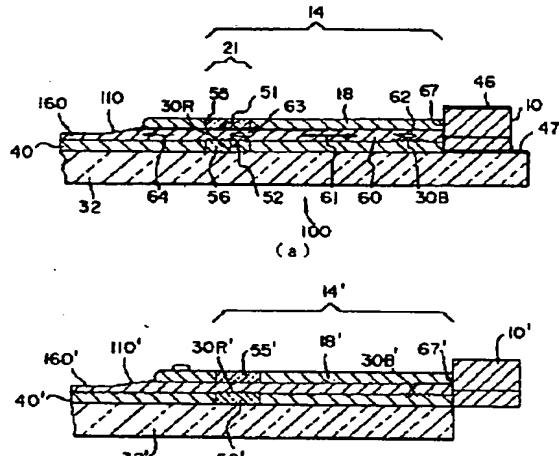
〔图8〕



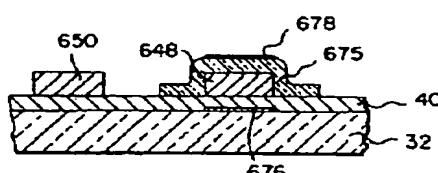
[図3]



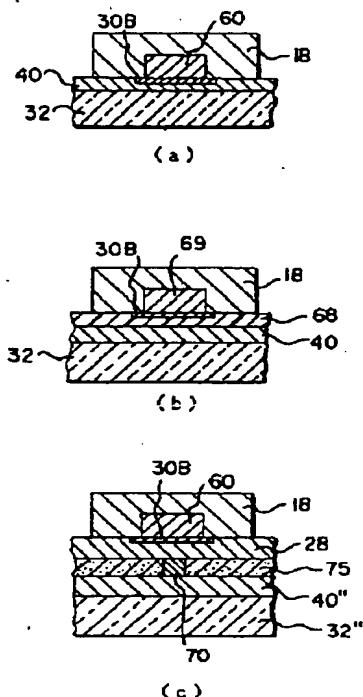
[図4]



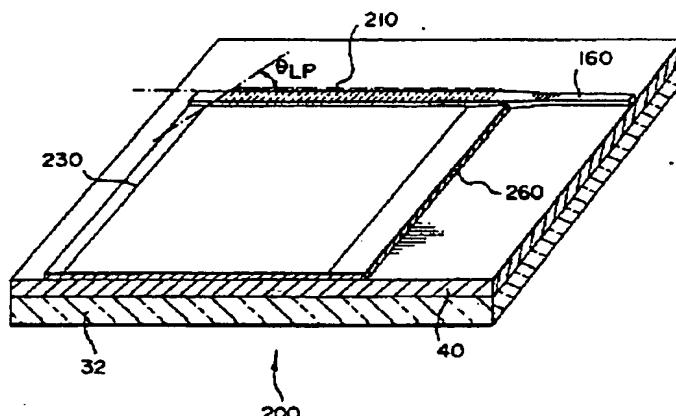
[図 1-3]



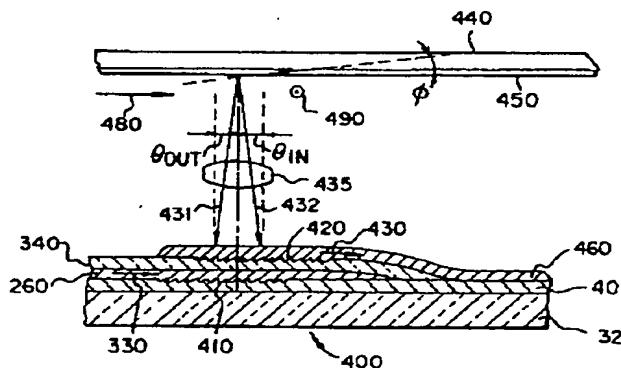
【図 6】



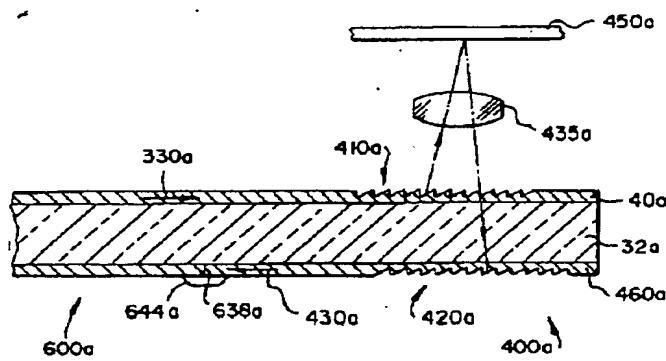
【図 7】



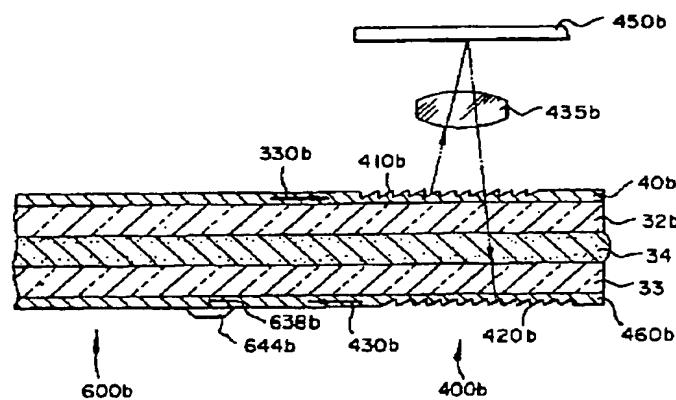
【図 9】



【図 10】



【図 11】





【图 12】

